la PREFABRICACION con ESTRUCTURA de MADERA

su origen e industrialización

E. CASTELLOTE, Aparejador

sinopsis Se describen en el artículo las características de la prefabricación con este material y las indudables ventajas que tiene, con vistas a la adopción de un sistema de prefabricación de viviendas, escuelas, etc., a lo que parece definitivamente orientada la construcción en el futuro. La madera permite ejecuciones rápidas, ligeras, confortables, de coste razonable, larga duración, posibilidad fácil de reformas y ampliaciones, traslados, demoliciones, facilidad de montaje...

124-23

Introducción

A la vista de las cifras previstas y publicadas en el III Plan de Desarrollo Económico y Social, se hace más actual la necesidad de construir de la misma forma que se viene haciendo en los países desarrollados. Nada más que prefabricando y utilizando los sistemas empleados en estos países creo yo que se podían ver cubiertas las necesidades de escuelas, viviendas, etc., ya que al alcanzar los niveles de bienestar indicados la mano de obra se habrá encarecido y, como consecuencia directa, no será rentable construir con los procedimientos actuales.

Hace cuatro años, pensando en este problema y comprendiendo ya la necesidad de dar con un sistema constructivo, rápido, ligero, confortable y duradero, llegué a la conclusión de que esto podía encontrarse en los países más desarrollados.

El país más próximo al nuestro y de más alto desarrollo es Suecia. Su renta por cabeza es superior a la de EE. UU. De su desarrollo tecnológico e industrial todos estamos al corriente, así como de la gran calidad de todos sus productos. En noviembre de 1967 encontré en este país una solución y desde entonces he venido trabajando en la aplicación y adaptación del sistema de estructura de madera en nuestro país. Todos los países productores de maderas adoptaron desde siglos este sistema constructivo, y nos encontramos con países, como Inglaterra, que lo han adoptado sin tener una producción propia y dependiendo de la importación de este material.

Con este sistema se colonizó América del Norte y Canadá, siendo actualmente utilizado, como en principio, con la única diferencia de estar producido industrialmente y habiéndole incorporado a medida que la técnica ha ido avanzando nuevos ma-

teriales, con el fin de dar a las edificaciones un mayor confort. De igual manera puede verse tratado en Escandinavia, Alemania y Suiza, etc.

Este procedimiento, al permitir un alto grado de industrialización y de idoneidad técnica, nos lleva a metas realmente sorprendentes, en cuanto a coste, plazos de ejecución y gran calidad de terminación, así como larga vida.

Si a esto unimos la facilidad para futuros trabajos de ampliación, reforma y, en casos extremos, traslados o demolición, podemos apreciar que acostumbrándonos a su empleo ahorraremos tiempo, dinero y preocupaciones.

Características

Se trata fundamentalmente de una edificación que, apoyada sobre una cimentación de características tradicionales, pero muy estudiadas, está compuesta por una estructura de madera tanto para elementos resistentes verticales como horizontales, variando la sección de sus piezas en función del cálculo, pero siempre buscando el máximo aprovechamiento de la materia prima, ya que todas las secciones empleadas son submúltiplos de las escuadrías comerciales. Hay países, como Canadá y Estados Unidos, que producen industrialmente estas escuadrías submúltiplo y se venden en almacenes, de la misma manera que en España se venden los N. P. de hierro. Las cerchas son, asimismo, de madera con diseños muy estudiados, y estando normalizadas se venden también en los almacenes indicados, con pendientes y luces de catálogo.

Como aislamientos térmicos se emplea la fibra mineral o el poliuretano expandido, pero el primero se utiliza más, por acoplarse mejor tanto a la estructura horizontal como a la vertical. La norma general de aislamiento es lógicamente aislar convenientemente todo el volumen habitable, empleando también barreras antivapor transpira-

Ejemplo de cimentación prefabricada de grandes piezas de hormigón armado ensambladas in situ. Toda la red de desagües es P.U.C., el resto de conducciones corresponde a calefacción y agua caliente centralizada.

Forjados de piso de planta baja terminados sobre la cimentación prefabricada. Grandes paneles de fachada y pilones acoplados para su montaje. En primer plano anclajes para atar las fachadas a la cimentación.

bles y no transpirables, que, unidas a una buena y bien calculada ventilación en las zonas donde las condensaciones pudieran producirse, logran un alto grado de confort y habitabilidad.

El revestimiento interior se consigue por medio de los paneles de yeso «Plasterboard», que adoptan los nombres comerciales de las industrias que los fabrican. Estos paneles de yeso-cartón tienen un espesor de 12,5 mm, están normalizados en ancho de 1,20 m y alturas a partir de 2,40, y reúnen magníficas cualidades. El yeso así aplicado alcanza un grado de tecnificación que falta en nuestro país, ya que, aparte de su rapidez y limpieza en la colocación, da una perfecta terminación, tanto a los paramentos verticales como horizontales, obteniendo como resultados unos encuentros, ángulos, rincones y esquinas perfectos.

Las juntas de estos paneles se sellan con unas bandas de papel perforado electrónicamente para conseguir su porosidad y un producto de plastecido similar a los empleados en nuestro país. Al ser muy sencillo el tratamiento de las mismas, por estar sus bordes preparados para recibir el plastecido y la banda, se puede asegurar, sin duda ninguna, que no se manifestarán y la calidad de pintura o empapelado de terminación se verá realizada por la perfección del paramento. Estos resultados se pueden obtener también aplicando estos paneles sobre construcción tradicional.

En cuanto a los pavimentos, éstos pueden variar desde el parquet tradicional, parquet pegado, losetas vinílicas o amianto vinilo, moqueta, etc.

El revestimiento de fachadas, al ser puramente decorativo, pues en el cálculo de elementos resistentes no se debe considerar ni como arriostramiento, aunque a veces contribuya a él, como más adelante veremos, facilita el poder encajar la edificación más en el paisaje, ya que podemos colocar desde madera vista en tablas horizontales, o verticales, pasando por el ladrillo visto de medio pie de espesor atado a los elementos verticales de estructura por medio de piezas metálicas de muy fácil adap-

tación al tiempo de subir la fábrica, hasta los revocos coloreados aplicados sobre contrachapado fenólico y lanzado a presión mediante técnica muy sencilla y experimentada.

La cubierta está formada por cerchas de madera y faldones de tablero contrachapado fenólico o aglomerado. Sobre éstos, y según los casos, se coloca una impermeabilización asfáltica de fieltro saturado de muy sencilla aplicación. Inmediatamente encima se coloca el listón que recibirá la teja, siendo necesario que ésta sea de las fabricadas con mortero de cemento coloreado y prensado, sistema muy extendido en Europa y que ya va apareciendo en nuestro país.

Las principales características de esta cubierta son la ausencia de goteras, conden-

Chalet de reciente construcción, según procedimiento canadiense.

saciones y una correcta ventilación de los espacios comprendidos entre teja e impermeabilización o faldón, así como del desván.

Por conseguirse con este sistema constructivo un alto grado de industrialización, las instalaciones pueden ejecutarse en fábrica, dejando para la obra un puro montaje o conexión de elementos para la fontanería y para la electricidad, la red horizontal de conducciones por el desván y el paso de conductores, con posterior colocación de mecanismos. Para calefacción puede emplearse cualquiera de los sistemas ya aplicados en la construcción tradicional, pero pudiendo asegurar un elevado rendimiento, debido al buen aislamiento térmico de estas edificaciones, lo que proporciona un ahorro de energía considerable, y me atrevería a asegurar, a la vista de los resultados prácticos, que es un 40 % inferior al empleado en una casa de igual superficie y volumen construida por el sistema tradicional.

La rentabilidad del procedimiento de estructura de madera queda asegurada, al poder afirmar que una casa de 200 m² puede ejecutarse en 45 días con jornadas normales de trabajo y que la coordinación de oficios se reduce considerablemente ya que el principal ejecutor es el carpintero.

Elementos de fachada preparados para ser cargados sobre camión y enviados a obra.

Acopio de diferentes tipos de cerchas en fábrica.

Este debe reunir especiales características y es un oficio a formar en nuestro país. Mi experiencia de cuatro años de trabajo sobre este procedimiento en España, habiendo tenido también que dirigir la formación de estos especialistas, me lleva a la conclusión de que se obtienen excelentes resultados partiendo de encofradores, o de carpinteros de armar.

Implantación en España

Indudablemente que estas edificaciones han de sufrir unas transformaciones para construir con ellas en nuestra patria y éstas serán diferentes en las distintas regiones, ya que no responden a las mismas necesidades una casa construida en Asturias, que en Alicante. Transformaciones solamente en cuanto a su distribución, ventilación y adaptación al paisaje, siguiendo por lo demás totalmente la técnica de los países que están a la cabeza en este sistema y que sin duda, yo estimo, son los tres escandinavos, Canadá y EE. UU. Otro problema es adaptar la técnica a medios

Casa con más de 80 años, totalmente de madera. Su estado de habitabilidad es perfecto, emplazada a 26 km de Gotemburgo (Suecia). Este no es un caso aislado, por el contrario, muy frecuente.

Oslo (Museo). Capilla siglo XII, totalmente ejecutada en piezas de madera ensambladas sin un solo clavo.

Ejemplo del traslado de una edificación, llegada al nuevo emplazamiento de las diferentes partes en que se dividió la casa en su antiguo emplazamiento.

españoles para obtener un mayor aprovechamiento de la materia prima, forzosamente de importación, y por tanto más cara que en los países mencionados, y una industrialización rentable con maquinaria proporcionada a nuestra economía, de la que hablaré en su capítulo.

En resumen: creo que mientras no tengamos una tradición constructiva, una experiencia en este campo y se estudie en las escuelas de Arquitectura, debemos

Montaje de las mismas sobre su nueva cimentación. Está ejecutada con bloques de hormigón y sentados por hiladas.

La casa reconstruida en su nuevo emplazamiento. Sólo queda tapar las cicatrices de la operación y colocar la teja.

seguir mirando en la técnica de los más avanzados, antes de experimentar o inventar lo ya inventado o experimentado. Es decir, poseer buenas fuentes informativas, intercambio de documentaciones con los mejores productores de esta técnica en el extranjero hasta conseguir la mayoría de edad al obtener una técnica propia. Es muy importante obtener esta buena técnica, ya que la madera, si no es aplicada con la técnica correcta, puede ser de un desastroso resultado; cosa lógica y que le ocurre a cualquier material al no emplearse debidamente su técnica. Simplemente pensemos en el hormigón armado.

Industrialización

Esta puede seguir varios procesos: uno, el más elemental, es el precortado en taller de todos los elementos longitudinales o planos y la prefabricación de las cerchas, por ser los elementos que más precisión requieren.

Otro procedimiento, un poco más avanzado que el anterior, es también el precortado de elementos, pero aumentando el grado de prefabricación a grandes bastidores resistentes de fachadas rigidizados sólo con sus elementos de arriostramiento y también las cerchas como anteriormente.

Un tercer proceso, y el más avanzado, es la prefabricación total de grandes paneles ya terminados de fachadas, o muros interiores en los que se van colocando los aislamientos, ventanas acristaladas, puertas, instalaciones eléctricas, de fontanería, etc. También la fabricación de armarios-guardarropa y cerchas hasta reducir la obra a un puro montaje de elementos para ensamblar y pintar.

Indudablemente el problema que plantea el alto grado de prefabricación es saber hasta dónde es rentable llegar prefabricando, pues a la vista está que el volumen del transporte de elementos terminados y la importancia de la instalación industrial va aumentando a medida que alcanzamos un mayor grado de prefabricación. Por otra parte, cuanto más prefabriquemos, menos horas de montaje en obra tendremos, con lo que reduciremos el riesgo.

Mi experiencia me dice, por haber vivido los tres procesos antes mencionados, que el tercero es el verdaderamente rentable en nuestro país, al no contar con más mano de obra especializada que la que la propia empresa forma. El grado de prefabricación se podrá representar fríamente por la relación m^2 de casa terminada/ m^3 transportado, y en este caso será de $1,8 \text{ m}^2/\text{m}^3$, es decir, que transportando 100 m^3 construiremos una casa de 180 m^2 . La densidad aproximada es de $0,2 \text{ t}/\text{m}^3$.

La importancia de la instalación industrial podrá medirse por la relación entre la capacidad de producción anual en jornada normal y la inversión de maquinaria y medios auxiliares para esta producción. Sin tener aquí en cuenta la inversión de terrenos y edificios, que vendrá impuesta por su emplazamiento y capacidad económica, o criterio de la sociedad.

Así, pues, en una inversión de 3.500.000 ptas. de maquinaria funcionando, y medios auxiliares de elevación y transporte interior, se puede asegurar una producción de 26.400 m^2 de vivienda unifamiliar salida de fábrica para montar.

Los rendimientos de la fabricación varían según la función de la superficie de la edificación a prefabricar; en una instalación pensada para la producción anterior se podría garantizar este rendimiento prefabricando unidades de aproximadamente 200 m^2 de superficie, disminuyendo un rendimiento m^2/mes a medida que sea menor

Fachadas de planta baja y muros interiores colocados para iniciar la segunda planta. Al fondo, edificaciones construidas por similar procedimiento.

la superficie de la unidad prefabricada. El rendimiento de la instalación que nos ocupa no sería mayor de los 1.800 m²/mes con el mismo empleo de la mano de obra al prefabricar unidades de 80 m² aproximadamente.

Una fábrica para esta producción está formada por dos secciones bien diferenciadas por sus trabajos, pero íntimamente ligadas; por lo tanto perfectamente coordinadas. Estas son: corte de elementos a partir de la materia prima y montaje de los mismos en una auténtica cadena de producción en serie. Estas secciones están asistidas por dos almacenes: uno de materia prima y otro de productos terminados y que lógicamente formará parte de la coordinación y planificación general de la producción.

La superficie cubierta de una fábrica de estas características puede oscilar entre los 2.500 m² y los 3.000 m², ya una vez adaptada la técnica a medios españoles y maquinaria proporcionada a nuestra economía. Esta industria podrá situarse en un terreno entre 8.000 y 10.000 m².

Transporte

A este capítulo va íntimamente ligado el estudio del emplazamiento de los acopios sobre obra, pues la carga sobre el camión estará pensada en función de la descarga del mismo en obra para conseguir la situación prevista de cada una de las piezas o materiales, ya que también, como es lógico, esta situación está originada por el orden establecido para el montaje, que, en definitiva, es el que marca la pauta.

El medio de transporte que yo considero práctico es el camión con remolque, llevando éste una grúa hidráulica situada en la parte trasera de su caja para que pueda utilizarse lo mismo sobre el camión que sobre el remolque, ya que hay grúas de este tipo que su radio de acción es suficiente para este trabajo. Esta solución es válida siempre que el camión se dedique exclusivamente al transporte de este producto, puesto que de otra manera la situación de la grúa en la trasera del camión limita la longitud de la carga y la utilización de éste para otros fines.

La carga del camión en fábrica debe mecanizarse al máximo y para esto no bastará con la propia grúa del camión, pues será necesario también una carretilla elevadora al menos de 2,5 t y para terreno no pavimentado.

La carga debe situarse para poder ser descargada en obra con la grúa del camión, sin más personal que el chofer y un ayudante perfectamente adiestrados en la situación de los acopios y su protección a la intemperie mediante lonas.

Los acopios no deben permanecer a pie de obra largo tiempo antes del montaje, para evitar vigilancias inútiles, deterioros, etc., que, en definitiva, aumentan el riesgo del negocio.

elementos diversos

Montaje

Una vez la cimentación terminada, el montaje debe comenzarse teniendo a pie de obra la totalidad de las piezas que comprende, así como todos los materiales que se aplican in situ y colocados en los lugares marcados, con el orden preestablecido. De esta manera no se ejecutará ningún movimiento inútil con las piezas, ya que al disponer de cada una de ellas quedará a la vista la que se utilice seguidamente. Estos montajes tienen dos fases muy definidas:

La primera fase es hasta cubrir aguas, con lo que el edificio quedará completamente protegido de la intemperie tanto por la cubierta como con todas sus puertas y ventanas cerradas. Esta primera fase, en la que todos los elementos más pesados han quedado colocados, puede realizarse en tres días para una edificación de unos 200 m², no esperando rendimiento menor para casas de inferior superficie.

La segunda fase lleva consigo la terminación interior de todos los elementos, como colocación de armarios-guardarropa, rodapiés, cornisas de techo, escalera, terminación de instalaciones, remate exteriores de fachada, tratamiento de juntas de paneles de yeso; es decir, quedará la casa preparada para su pintura y empapelado y colocación de pavimentos, excepto moqueta, que se colocará en última instancia, lógicamente. En esta fase pueden emplearse 8 días aproximadamente; 12 ó 14 días, para la pintura o empapelado, trabajo que puede acometerse inmediatamente, debido a ser obras secas; y el resto entre los 30 y 45 días puede considerarse para pruebas de instalaciones, tramitaciones de acometidas, etc., operaciones lentas que en montajes aislados se dilatan.

Agrupando montajes los tiempos de la segunda fase y sucesivas se acortarán, pudiendo preverse con una buena coordinación de la obra la reducción al 50 % de la segunda fase y sucesivas, pudiendo llegar a terminar casas en 20 días.

résumé

La préfabrication avec charpente en bois

E. Castellote, aide-architecte

Dans cet article, l'auteur décrit les caractéristiques de la préfabrication avec ce matériau et les incontestables avantages qu'elle a en vue de l'adoption d'un système de préfabrication de logements, écoles, etc., vers laquelle le bâtiment du futur semble être orientée. Le bois permet d'exécuter rapidement des constructions légères, confortables, de prix honnête, de longue durée, pouvant être facilement montées, transformées, agrandies, déplacées, démolies.

summary

Prefabrication with timber structure

E. Castellote, assistant architect

This article describes details of timber prefabrication and its important advantages, with a view to its adoption for prefabrication of dwellings, schools and other buildings, since future construction seems to be definitely orientated in that direction. Timber enables quick, lightweight, comfortable, reasonably cheap, long lasting constructions, which are easy to alter and enlarge, relocate, demolish and assemble.

zusammenfassung

Fertigbau mit Holzstruktur

E. Castellote, Bauführer

In diesem Artikel werden die Besonderheiten der Vorfertigung mit diesem Material beschrieben sowie die eindeutigen Vorteile, die das Fertigbausystem für Wohnungen, Schulen u.s.w. bietet, ein System, dass sich im Baugewerbe der Zukunft endgültig durchzusetzen scheint. Holz ermöglicht rasche, leichte und bequeme Ausführungen zu vernünftigen Preisen, ist haltbar, leicht umzubauen und zu erweitern, bietet die Möglichkeit einer schnellen Verlegung, Abtragung, leichten Montage.